

**МИКРОСПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
С ЭЛЕКТРОННЫМ И ЛАЗЕРНЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ
В ПРИМЕНЕНИИ К НЕОДНОРОДНЫМ МИНЕРАЛАМ
И МАТЕРИАЛАМ***

Бурное развитие аналитической техники, повышение чувствительности, пространственного и спектрального разрешения, а также цифровых методов регистрации и обработки данных привело к интенсивному развитию физики минералов и неоднородных материалов в области микро- и нанометровой локальности с возможностью построения карт пространственного распределения физико-химических характеристик. Такие возможности позволяют рассматривать неоднородные минералы как объекты, в которых реализуются широкий диапазон связки характеристик «состав – структура – свойство», и проводить их экспрессное исследование на приборах одной лаборатории. Исследования с высоким пространственным разрешением на уровне долей и единиц микрон достигается использованием сфокусированных электронных, лазерных или ионных пучков (зондов). Особенное значение имеют неразрушающие методы исследования, позволяющие последовательно применять комплекс подходов к одному объекту, рассматривать разные физико-химические свойства и находить между ними взаимосвязи. К таким методам относятся электронная и катодolumинесцентная микроскопия, электронно-зондовый рентгеноспектральный микроанализ, лазерно-индуцированная фотolumинесцентная, рамановская спектроскопии и др. С использованием этих методов могут быть получены локальные данные о химическом составе, структуре и ее особенностях, степени амортизации, ориентации кристаллитов, напряжениях и деформациях, фазовых грани-

* © Замятин Д. А., 2020

цах, состояниях поверхности, центрах люминесценции, плотности и типах дефектов, внутренних энергетических уровнях и др.

Современные материаловедческие исследования отличаются использованием разнообразия микроскопических и микроаналитических методов, с различным пространственным разрешением, энергетическим диапазоном, физикой явления и извлекаемой информацией. Решаемая задача, материал и особенности его неоднородности во многом определяют и ограничивают методики исследования. Каждый метод требует специальной пробоподготовки и достаточной квалификации исследователя для грамотного планирования экспериментов. В докладе будут представлены примеры использования микроспектроскопических методов по отдельности и в комплексе применительно к решению задач минералогии и материаловедения. Будет рассмотрен вопрос пробоподготовки, сопоставимости пространственного разрешения и планирования последовательности применения неразрушающих методов для исследования локально неоднородных минералов и материалов. Представляемые данные, преимущественно, получены в ИГГ УрО РАН в лаборатории ФХМИ: фотолюминесцентные и колебательные спектры зарегистрированы на КР-спектрометре Horiba LabRam HR800 Evolution при возбуждении лазерными линиями 488, 514 и 633 нм, электронно-дифракционные картины и изображений в обратно-рассеянных электронах зарегистрированы на сканирующем электронном микроскопе Jeol JSM-6390LV с приставками Oxford EBSD NordlysNano и INCA EDS X-max80, измерение химического состава и регистрация рентгеноэмиссионных спектров выполнены на электронно-зондовом микроанализаторе Cameca SX100, оснащенный пятью волновыми спектрометрами.

Работа выполнена в ЦКП УрО РАН «Геоаналитик» в рамках темы № АААА-А19-119071090011-6 государственного задания ИГГ УрО РАН.